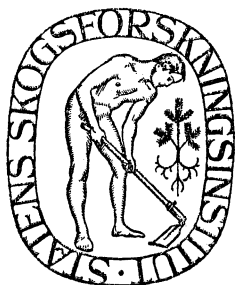


NÅGRA UNDERSÖKNINGAR ÖVER OLIKA RÖTSVAMPARS FÖRMÅGA ATT ANGRIPA SPLINT- OCH KÄRNVED HOS TALL

*SOME INVESTIGATIONS OVER THE CAPACITY OF SOME DECAY FUNGI TO ATTACK
SAPWOOD AND HEARTWOOD OF SCOTS PINE*

AV

ERIK RENNERFELT



MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 36 · Nr 9

Centraltr., Esselte, Stockholm 1947
743261



Erik Rennerfelt

Några undersökningar över olika rötsvampars förmåga att angripa splint- och kärnved hos tall

Inledning

Allmänt bekant är att röthårdigheten är mycket olika hos olika träslag. Sålunda är ekvirke mera rötbeständigt än björkvirke, och tallvirke är motståndskraftigare än granvirke. Detta gäller för kärnveden. Splintveden anses, oberoende av träslag, föga beständig mot angrepp av rötsvampar, och sådana faktorer som årsringsbredd, volymvikt och höstvedsprocent inverka icke nämnvärt på splintens röthårdighet (ZELLER 1917, FINDLAY 1938).

Röthårdigheten kan bäst undersökas genom jämförande experiment. I laboratorieförsök får samma rötsvamp under identiska eller så vitt möjligt likartade förhållanden angripa klotsar av olika träslag eller beskaffenhet. Efter en viss tidrymd undersökes virkets motståndskraft, vanligen genom att taga reda på den viktförlust, som rötsvamparna förorsakat hos klotsarna. Klotsar av röthårdigt virke angripas icke alls eller i mindre omfattning än dylika av ej röthårdigt virke.

Under de senaste åren ha ett flertal undersökningar publicerats i utlandet över röthårdigheten hos olika trädslag. (SHERRARD och KURTH 1933, FINDLAY 1938, CARTWRIGHT 1941, 1942). Det har därvid visat sig, att kärnvedens motståndskraft är mycket olika, icke blott hos olika trädslag utan även hos en och samma art. I ett flertal fall konstaterades sålunda, att den yttre kärnveden vanligen var mer röthårdig än den inre. I syfte att undersöka om tallkärnveden förhåller sig på samma sätt har föreliggande undersökning igångsatts.

Vedmaterialet, som härstammade från Halmstad i söder till Vittangi i norr, uppvisade stora olikheter i fråga om årsringsbredd, höstvedsprocent m. m. Dessa faktorerers ev. inverkan på röthårdigheten har därför kunnat studeras.

För insamling av vedproven ber jag att få tacka f. d. länsjägmästare U. DANIELSSON, Kalmar, skogsmästare G. MELLSTRÖM, Simlångsdalen, skogsmästare O. HENRIKSSON, Vindeln och länsskogsvaktare I. NÄSMAN, Vittangi. Analyserna av pinosylvinfenoler ha utförts av teknolog A. BRESKY under professor H. ERDTMANS ledning på Cellulosaindustriens Centrallaboratorium. Volymviktbestämningarna ha gjorts med en xylometer, som välvilligt ställts till förfogande av lektor G. KINNMAN.

Kap. I. Faktorer, som betinga röthärdigheten hos kärnveden, särskilt tallens

Genom splintvedens övergång till kärnved inträffa en del kemiska och fysikaliska förändringar i veden. Kärnveden får därigenom i även för röthärdigheten viktiga avseenden andra egenskaper än splintveden. En ingående behandling av dessa förhållanden har lämnats av TRENDLENBURG (1939), varur den följande framställningen delvis har hämtats.

I. Anatomiska olikheter

Den viktigaste anatomiska olikheten mellan splint- och kärnved består i ringporernas olika beskaffenhet och funktion. Hos splintveden är den membran, torus, som befinner sig i ringporens mitt, fritt rörlig åt den ena eller andra sidan, varigenom en reglering av vattentransporten genom trakeiderna kan äga rum. Vid uttorkning av veden pressas visserligen torus mot den ena kanten av poren, men om veden lägges i vatten, utgör torus på grund av sin elasticitet och permeabilitet icke något hinder för en förnyad vattenupptagning.

Även vid förkärningen, som ju hos tallen bl. a. kännetecknas av en vattenavgivning, pressas torus så fast mot den ena kanten av poren, att vatten knappast ens under högt tryck kan tränga in. Sannolikt uppnås denna impermeabilitet genom att torus samtidigt med lägesändringen impregneras med hartsämnen, vilket gör den mycket svår genomtränglig för vatten. Detta förhållande har praktisk betydelse, bl. a. för impregnering av virke. Kärnveden går icke att impregnera, ens om den utsättes för mycket högt tryck. Enligt undersökningar av JOHNSTON och MAAS (1930), utförda på *Pinus Banksiana*, är det 100 gånger svårare att pressa vatten genom kärnveden än genom splintveden.

2. Olikheter i vedens submikroskopiska byggnad

Enligt NÄGELIS år 1858 uppställda micellarteori — vilken i väsentliga punkter bekräftats genom senare undersökningar — äro cellulosafibrerna uppbyggda av ett stort antal s. k. miceller, vilka bilda liksom ett sammanhängande

nätverk. I mellanrummen mellan dessa miceller kunna lignin, hartsämnen och vatten (bundet vatten eller svällningsvatten) inlagras. På denna micellarstruktur beror bl. a. vedens hygroskopicitet och den därmed sammanhängande krympningen och svällningen hos virke.

Vid förkärningen inlagras i hålligheterna mellan micellerna hartsämnen, varigenom vattenupptagandet på hygroskopisk väg försvåras. Jämfört med splintved får alltså kärnved en lägre halt av bundet vatten, vilket medför att svällning och krympning tar mindre proportioner hos virke av kärnved än hos dylikt bestående av splintved.

3. Olikheter i hygroskopicitet och vattenupptagning

En mycket viktig faktor för svamparnas tillväxt i virke är vattenhalten. I det rotstående trädet är splinten skyddad mot svampangrepp på grund av att cellerna äro mättade med vatten, de innehålla ca 130—180 % vatten. Efter avverkning förlora vedcellerna en del av sitt vatten, och ett svampangrepp kan börja.

Kärnveden i det rotstående trädet håller ej mer än ca 30—40 % vatten och har även större svårighet att ånyo taga upp vatten än splintveden. Kärnvedens mindre benägenhet att taga upp vatten sammanhängar med de förändringar i anatomiskt och kemiskt hänseende, som veden undergår vid förkärningen. Då det för de försök, som skola diskuteras längre fram, är av betydelse att känna till storleksordningen på denna olikhet i vattenupptagningen, har på material från en av de i försöken ingående tallarna (tall nr 4, Kulbäckslidens försökspark) försök gjorts med vattenupptagning hos splint resp kärna.

a. Vattenupptagning på hygroskopisk väg

Till försöket, som anordnades enligt WALTER (1931), användes klotsar av splintved samt yttre och inre kärnved, uttagna enligt fig. 3. Klotsarna torkades i vakuumtorkskåp vid 60° C, innan de lades in i burkarna med olika relativ luftfuktighet. Temperaturen under försöket var 23° C. Efter försökets avslutande torkades klotsarna till absolut torrsvikt vid 105° C. På detta värde, som var något lägre än det vid vakuumtorkning erhållna värdet, har fuktighetshalten beräknats.

Av tab. 1 och fig. 1 framgår storleken av vattenupptagningen. Splintveden tog upp vatten hastigare och i något större omfattning än kärnveden. Fiber-måttnadspunkten ligger för splintveden vid 32,7 % och för den yttre kärnveden vid 29,4 % fuktkvot, medan den inre kärnveden intar en mellanställning med 32,0 % vatten.

Klotsarna, som befunno sig i luft med 90,4 % relativ fuktighet, ha tagit upp mindre vatten. Även här tog splintveden upp något mera vatten än kärnveden.

Tabell 1. Hygroskopisk vattenupptagning hos tall.
Absorption of water on hygroscopic way by Scots pine.

Rel. f. Relative moisture %	Vedslag Kind of wood	% vatten efter ... dagar per cent water after ... days							
		1	2	3	4	5	7	11	17
100	splint ¹	15,5	21,0	23,6	25,2	26,4	29,1	31,2	32,7
	yttre kärna ²	13,0	17,9	21,0	22,5	23,9	26,5	28,6	29,4
	inre kärna ³	13,5	19,2	22,1	24,0	25,4	28,4	30,8	32,0
90,4	splint.....	13,3	16,4	17,9	18,3	19,0	19,6	19,8	20,1
	yttre kärna....	9,5	13,1	15,0	16,0	16,6	17,9	18,5	18,2
	inre kärna.....	11,2	14,9	16,5	17,4	18,0	18,9	19,5	19,5

¹ sapwood — ² outer heartwood — ³ inner heartwood

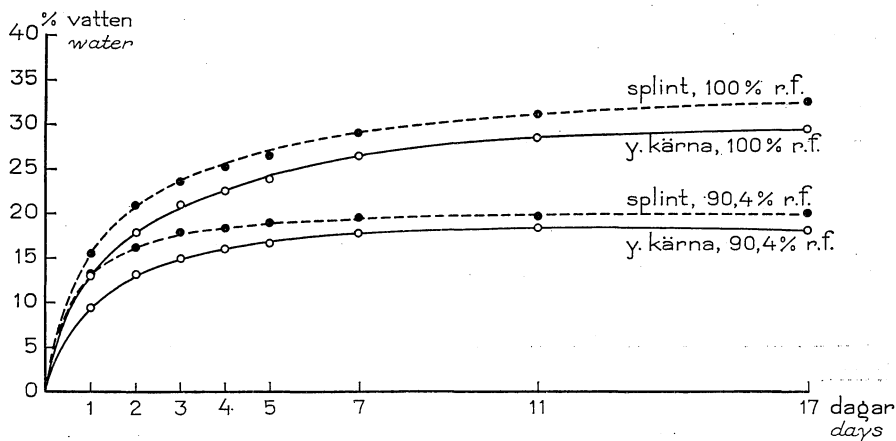


Fig. 1. Diagram visande vattenupptagningen hos splint resp. kärna vid olika rel. luftfuktighet.

Diagram showing the absorption of water by sapwood (splint) resp. heartwood (kärna) at different relative moisture contents of the air.

b. Vattenupptagning på agarsubstrat

I de glaskolvar, som använts till rötförsöken, s. k. Kollekolvar, kunna klotsarna taga upp vatten ej blott på hygroskopisk väg utan även direkt ur substratet eller via svamphyferna.

Hur stor kvantitet vatten, som svampfria klotsar suga åt sig från agar, framgår av tab. 2. Klotsarna ha i detta fall legat direkt på agarsubstratet. Även här har splintveden tagit upp vatten hastigare och i större mängd än kärnveden. Men redan efter 4 dagar innehålla samtliga klotsar åtminstone något fritt vatten, och efter 6 à 10 dagar torde även den yttre kärnveden

vara så fuktig, att rötsvamparnas tillväxt icke hämmas på grund av för ringa vattenhalt. Enligt BAVENDAMM och REICHELT (1938) ha åtminstone en del rötsvampar förmåga att börja ett angrepp på ved med endast 15 % fuktkvot. För optimal tillväxt ställa visserligen olika rötsvampar olika krav på

Tabell 2. Vattenupptagning på agar hos klotsar av tall.

Absorption of water from agar by Scots pine.

Vedslag Kind of wood	% vatten efter ... dagar per cent water after ... days						
	1	2	3	4	6	10	14
splint.....	25,3	32,3	35,4	37,6	41,8	50,6	58,6
yttre kärna.....	21,0	26,9	29,8	31,8	34,5	37,7	40,0
inre kärna.....	22,6	29,3	32,9	36,1	40,1	44,7	47,6

fuktigheten i virket, men redan en fuktkvot på ca 30 % är tillräcklig för att de flesta rötsvampar skola kunna åstadkomma ett avsevärt angrepp (BJÖRKMAN 1946). Så fort hyferna växt upp efter vedklotsen, kan dessutom vatten via hyferna transporteras från näringssubstratet till veden.

4. Skillnader i kemiskt hänseende

Hos tallen bli hartsgångarna vid förkärningen tilltäppta, och genom lösningsmedlets avdunstning eller omvandling övergår hartset från flytande till fast form. Även halten av hartsämnen förändras. Medan hartshalten i splintveden är ungefär densamma i trädets hela längd och tämligen låg, 2 à 3 % i medeltal, är den i kärnveden vanligen avsevärt högre, särskilt i rotändan, där hartshalten kan uppgå till 15 à 20 %.

Det är emellertid icke blott fråga om en kvantitativ skillnad. Hos träd, som normalt ha en färgad kärnved, beror detta ofta på förekomsten av specifika substanser. Särskilt karakteristisk är en dylik färgkärna utbildad hos vissa tropiska trädslag, t. ex. ebenholz och pockenholz. I många fall har det visat sig, att sådan kärnved är mycket resistent mot angrepp av rötsvampar, och ett flertal substanser med fungicida egenskaper ha isolerats ur dylik ved. Dessa giftiga ämnen kunna vara vattenlösliga, såsom fallet är hos »Western red cedar», *Thuja plicata*, eller vattenolösliga oljor o. dyl., såsom hos det japanska hibaträdet, *Thujopsis dolabrata*.

Hos tallen framträder färgkärnan tydligare efter en tids lagring i fria luften, vilket torde bero på oxidativa förändringar av vissa inlagringsprodukter. I tallkärnveden förekomma dessutom fenoliska substanser, pinosylvin och pinosylvinmonometyleter (ERDTMAN 1939), vilka tillsammans utgöra ca 1 à 2 % av kärnvedens torrsubstans. Dessa och några andra likartade ämnen synas i olika kombinationer vara karakteristiska för arter tillhörande *Pinus*-släktet

(ERDTMAN 1943). Utan tvivel äro dessa ämnen av stor betydelse för den relativt stora hårdighet mot svampangrepp, som kännetecknar tallens kärnved (RENNERFELT 1943 a och b, 1945 a och b, ERDTMAN och RENNERFELT 1944). Trädslag, hos vilka dylika *fungicida* substanser ej kunnat påvisas, falla lätt offer för rötsvampar. Av träd i vårt land kan granen framhållas som exempel.

Kap. II. Vedmaterialet

Av tab. 3 framgår insamlingsplats m. m. för de olika tallproven. Avståndet mellan växtplatserna för det nordligaste och det sydligaste tallprovet utgör ca 1 900 km. Det är uppenbart, att de olikheter i klimat m. m., som dessa

Tabell 3. Insamlingsplats m. m. för de olika tallproven.
Collecting place, etc., for the different samples of Scots pine.

Tall nr Pine No.	Plats Place	Land- skap Province	N. br. Lat. N.	Höjd ö. h. Elevation m	Provets insamlat When collected	Antal årsringar Number of annual rings	
						i kärnan in the heartwood	totalt totally
1	Vittangi	Nbt.	67,6	340	nov. 1943	202	269
2	Kulbäcksliden . .	Vbt.	64,2	210	febr. 1944	95	193
3	»	»	64,2	210	» 1944	162	230
4	»	»	64,2	210	» 1944	148	213
5	Mörby	Upl.	59,4	30	mars 1942	45	85
6	Kakmar	Sm.	56,7	10	febr. 1943	70	122
7	Tönnersjöheden .	Hal.	56,7	80	» 1944	11	34

tallar utsatts för under sin livstid, i hög grad har satt sin prägel på vedens anatomiska struktur. Tillfälle att undersöka om variationer i årsringsbredd, höstvedsprocent m. m. inverka på röthårdigheten hos det här föreliggande materialet, har därför erhållits.

Av träden ha provstycken uttagits, belägna på ca 1—2 m höjd över marken. Provstyckets ålder har bestämts genom räkning av årsringarna på snittytan vid 1 m höjd över marken.

I tab. 4 ha årsringsbredden och höstvedsprocenten sammanställts. Årsringsbredden har beräknats på så sätt, att antalet årsringar på 10 mm har bestämts, varefter medelbredden per årsring räknats ut. Den varierar hos splintveden mellan 0,19 mm hos Vittangi-tallen och 4,2 mm hos tallen från Tönnersjöheden. Tydligt framgår den stora variationen i årsringsbredd hos vedproven av mikrofotografierna på fig. 2. Vedsnitten äro alla reproducerade i samma skala. Av tallen från Vittangi synas ca 20 årsringar, medan av tallen från Tönnersjöheden endast en hel årsring får rum. Tallen från Kulbäck-

Tabell 4. Årsringsbredd och höstvedsprocent hos de olika tallproven.

Width of the annual rings and per cent summer wood at the different pine samples:

Tall nr Pine No	Årsringsbredd, mm Width of the rings, mm			% höstved per cent summer wood		
	splint sapwood	kärna heartwood		splint sapwood	kärna heartwood	
		yttre outer	inre inner		yttre outer	inre inner
1	0,19	0,20	1,4	14	18	23
2	0,91	0,62	0,62	37	38	34
3	0,38	0,32	1,0	31	35	32
4	0,32	0,36	1,1	30	29	33
5	1,1	0,70	2,7	31	36	32
6	1,4	1,7	1,4	42	37	33
7	4,2	2,9	5	35	36	33

liden intar en mellanställning. Hos de flesta tallarna, som ingå i försöken, är den inre kärnveden avsevärt mer frodvuxen än den yttre kärnveden.

Höstvedsprocenten har mätts på putsade snittytor, antingen under lupp eller i fråga om prov med smala årsringar med tillhjälp av Leitz ultropak-mikroskop och okularskruvmikrometer. Av ved med mycket smala årsringar ha mikrotomsnitt förfärdigats, på vilka såväl årsringsbredd som höstvedsprocent bestämts. För bestämning av gränsen mellan vår- och höstved har den av MORK (1928) givna och av WIKSTEN (1945) verifierade definitionen använts.

Höstvedsprocenten är med ett undantag av ungefär samma storleksordning. Hos Vittangi-tallens splint utgjorde höstveden endast 14 %, ett värde, som är mycket lågt, ej blott i förhållande till de övriga proven utan även absolut taget. På virke från nordliga breddgrader är det dock icke ovanligt, att höstvedsprocenten är liten. LIESE (1928 a) har gjort mätningar på sen-

Tabell 5. Torrvolymvikt, porvolym och vattenupptagning hos de olika tallproven.

Density, pore volume and absorption of water at the different pine samples.

Tall nr Pine No.	Torrvolymvikt Density			Porvolym, % Per cent pore volume			Vattenupptagning, % Per cent absorption of water		
	splint sapwood	kärna heartwood		splint sapwood	kärna heartwood		splint sapwood	kärna heartwood	
		yttre outer	inre inner		yttre outer	inre inner		yttre outer	inre inner
1	0,33	0,40	0,46	78	73	69	232	143	108
2	0,50	0,55	0,51	67	63	66	130	110	103
3	0,52	0,47	0,49	65	69	67	121	86	105
4	0,44	0,49	0,52	71	67	65	160	97	99
5	0,53	0,57	—	65	62	—	118	102	—
6	0,54	0,67	0,55	64	59	63	115	82	—
7	0,48	0,47	—	68	69	—	152	93	—

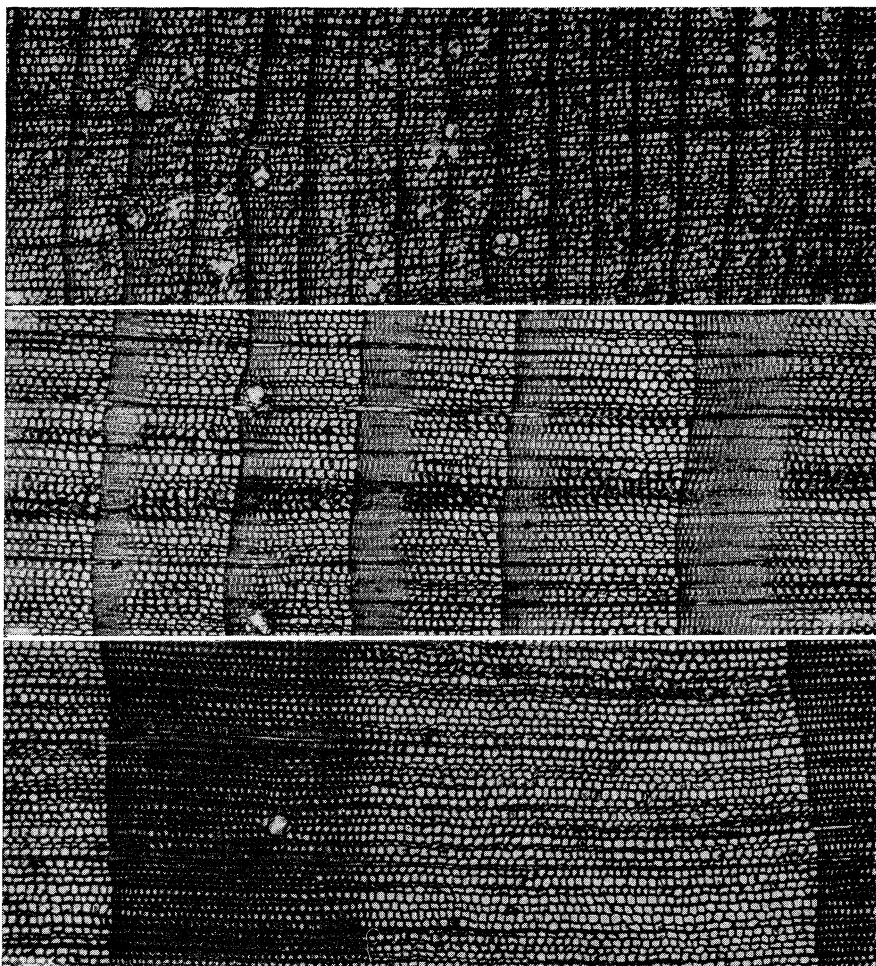


Fig. 2. Mikrofotografier av splintveden från tall nr 1, Vittangi, tall nr 4, Kulbäcksliden och tall nr 7, Tönnersjöheden. Alla snitten förstorade i samma skala, omkring 20 ggr.

Microphotographs of sapwood from pine No 1, Vittangi (top), pine No 4, Kulbäcksliden (centre) and pine No 7, Tönnersjöheden (bottom). All sections enlarged to the same scale, about 20 times.

vuxet virke från Arkangelsk. Höstvedsprocenten uppgick där nästan aldrig till 25 %, ofta var det blott 15—20 % höstved. Kärnveden hos Vittangitallen innehöll något mera höstved, särskilt den centrala delen av kärnan.

De övriga tallproven ha en höstvedsprocent, som i regel ligger mellan 30 och 40 %. Den största mängden uppmättes i splintveden hos Kalmar-tallen, 42 %.

Volymvikten (tab. 5) har bestämts på absolut torra klotsar i xylometer. Volymvikten varierar hos splinten mellan 0,33 (Vittangitallen) och 0,54

(Kalmar-tallen). Kärnveden har hos de flesta proven något högre volymvikt, beroende på att höstvedsprocenten där är större. Sambandet mellan volymvikt och höstvedsprocent är påtagligt. Även andra faktorer än höstvedsprocenten inverka dock på volymvikten (KLEM, LÖSCHBRANDT och BADE 1945).

Däremot behöver senvuxenhet icke alltid medföra, att volymvikten blir hög. Splintveden hos den mycket senvuxna tallen från Vittangi har en volymvikt = 0,33, medan den frodvuxna tallen från Tönnersjöheden har en volymvikt = 0,48. Tallen från Vittangi hade blott utbildat 2 à 3 rader höstved med föga tjocka väggar per årsring, medan tallen från Tönnersjöheden hade utbildat ett mäktigt höstvedslager (fig. 2).

Porvolymen (tab. 5) har beräknats enligt TRENDELENBURG (1939, p. 191) på följande sätt:

Cellväggsvolym = volymvikt : träets spec. vikt (1,5) · 100;

Porvolymen = 100 — cellväggsvolymen.

Ju lägre volymvikten är, desto större volym upptages av cellhåligheter. Tallen från Vittangi har följaktligen hög porvolym, hos splinten utgöres icke mindre än 78 % av cellhåligheter. Kalmar-tallen har i sin yttre kärna blott 59 % cellhåligheter. Porvolymen har en viss betydelse för svamptillväxten. I ved med relativt liten porvolym blir vid samma mängd vatten syretillgången mindre än i ved med stor porvolym. Ur denna synpunkt böra alltså svamparna i proven från Vittangi — under förutsättning att vattenupptagningen är lika hos alla proven — ha de bästa tillväxtmöjligheterna.

Vattenupptagningen (tab. 5) har bestämts på så sätt, att små vedklotsar evakuerats under vatten ca 15 minuter, varefter de fått ligga nedpressade i vattnet under 14 dagar. Splintveden har tagit upp en betydande kvantitet vatten, hos Vittangi-tallen icke mindre än 232 % (beräknat på vedens absoluta torrsvikt), medan fuktkvoten hos de övriga proven varierade mellan 115 och 160 %. Prov med stor porvolym ha tagit upp mer vatten än prov med relativt liten porvolym.

Kärnveden har hos alla tallproven tagit upp en avsevärt mindre mängd vatten. Då porvolymen inom respektive prov är av ungefär samma storleksordning hos både splint och kärna, beror skillnaden i vattenupptagning säkert på att kärnvedens porer och cellväggar förändrats i kemiskt och fysikaliskt hänseende, varigenom vattenupptagningen rent mekaniskt försvårats.

Hartsbeståndsdelarna (tab. 6) ha bestämts på följande sätt: 5 g lufttorrt vedpulver extraherades med aceton under 6 timmar i Soxlet. Extraktet indunstades till torrhet i vakuumtorkskåp och vägdes efter torkning vid 105° C. På ett annat vedpulverprov bestämdes vattenhalten i provet, varefter halten av hartsämnen uträknades på abs. torrt prov.

Splintveden innehöll mellan 2,7 och 8,0 % acetoneextrakt, i medeltal för

samtliga prov 4,6 %. Tallarna från Kulbäcksliden utmärktes samtliga av tämligen låg hartshalt, medan Vittangi-tallen hade mest. Denna höga hartshalt i Vittangi-tallen är ganska anmärkningsvärd, enär enligt omfattande undersökningar av MAYR (1894, p. 50) kådhalten brukar vara störst hos träd, som vuxit i ett varmt sydligt klimat.

Tabell 6. Halt av acetonextrakt och kärnfenoler i de olika tallproven.

Content of acetone-soluble substances and heartwood phenols in the different samples.

Tall nr Pine No.	% acetonextrakt per cent acetone-soluble substances			% kärnfenoler ² per cent heartwood phenols ²	
	splint sapwood	kärna ¹ heartwood ¹			
		yttre outer	inre inner	yttre kärnveden outer heartwood	inre kärnveden inner heartwood
1	8,0	9,1	10,8	2,1	1,1
2	3,2	4,4	6,5	0,9	0,8
3	4,2	4,6	6,9	0,7	0,3
4	2,7	6,8	3,6	1,2	0,7
5	4,0	4,8	3,7	0,8 ³	0,8 ³
6	5,6	14,5	9,4	1,2	1,1
7	4,5	9,6	12,4	0,7	1,0
Medeltal Mean value					
%	4,6	7,8	7,7	1,1	0,8

¹ kärnfenolerna ej medtagna
without the heartwood phenols

² beräknade som pinosylvinmonometyleter
calculated as pinosylvin monomethyl ether

³ blandprov av kärnveden
mixed samples of the heartwood

Kärnveden innehöll genomgående mer acetonlösliga beståndsdelar än motsvarande splintved. Halten varierade mellan 3,6 och 14,5 %. Det mesta extraktet erhöles ur Vittangi-tallen och ur tallarna från Kalmar och Tönnersjöheden. Enligt ingående undersökningar av WAHLBERG (1921) kan fördelningen av hartsämnen vara mycket växlande i ett och samma träd, varför dessa siffror ej få tillmätas alltför stor betydelse. I medeltal hade även periferi och centrum av kärnveden ungefär lika stor halt av hartsbeståndsdelar.

I tab. 6 återfinnas även värdena på halten fenoler av pinosylvintyp, beräknade som pinosylvinmonometyleter. Det lägsta påträffade värdet är 0,3 % pinosylvin och det högsta 2,1 %. Vittangi-tallen står även i detta avseende i en klass för sig med 2,1 % kärnfenol i ytterkärnan och 1,1 % i innerkärnan. Kalmar-tallen innehöll nästan lika mycket i centrum av kärnan som i periferien, och samma sak gäller i fråga om tall nr 2 från Kulbäcksliden. Endast tallen från Tönnersjöheden innehöll mer pinosylvin i centrum än i periferien. Påpekas bör dock, att kärnveden hos denna tall var av ringa omfattning, den

bestod endast av elva årsringar. En uppdelning av veden i yttre och inre kärna var därför svår att företaga i detta fall.

Hos nästan alla tallar innehöll alltså den yttre kärnveden mera kärnfenol än den inre. Detta förhållande har konstaterats i fråga om tidigare undersökta tallar (ERDTMAN och RENNERFELT 1944) och tyckes även gälla för andra kärnvedssubstanser. Sålunda visade SHERRARD och KURTH (1933), att den perifera kärnveden hos *Sequoia sempervirens* innehöll mer extraktbeständsdelar än den centrala och samma förhållande har konstaterats i fråga om *Thuja plicata* och lärk (CARTWRIGHT 1941, 1942).

Beträffande fördelningen av pinosylvin och pinosylvinmonometyleter synas dessa båda komponenter vanligen ingå i ett ganska konstant inbördes förhållande i tallkärnveden. Den förstnämnda substansen utgör ca 30 % och den sistnämnda följaktligen ca 70 % av totalhalten kärnfenoler (ERDTMAN 1945). I fråga om det här föreliggande materialet har en bestämning av halten av de individuella kärnfenolerna dock ej företagits.

Kap. III. Röttningsförsöken

Följande rötsvampar, representerande såväl svampar på växande träd som på virke, ha använts till rötning av vedmaterialet:

Coniophora puteana, *Merulius lacrymans*, *Lentinus lepideus*, *Lenzites sepiaria*, *Polyporus annosus*, *Polyporus pini*, *Poria vaporaria*, *Trametes pini*, *Trametes serialis* och *Trametes trabea*.

På grund av svårighet med agaranskaffning m. m. ha icke alla dessa svampar kunnat provas på samtliga vedprov. Endast ved av tall nr 4 från Kulbäcksliden och av tallen från Tönnersjöheden utsattes för rötangrepp av samtliga svampar. Beträffande de övriga tallarna ha försöken utförts med 4 à 5 svampar utom i fråga om Kalmar-tallen, där vedmaterialet ej räckte till prov med mer än två svampar.

Svamparna ha odlats på maltextrakt-agar (5 % maltextrakt och 1,5 % agar) i Kollekolvar vid en temperatur av ca 22°C. Sedan svampmycelet efter 2 à 3 veckor fullständigt växt ut över agarytan, inlades i varje kolv tre klotsar, i regel en

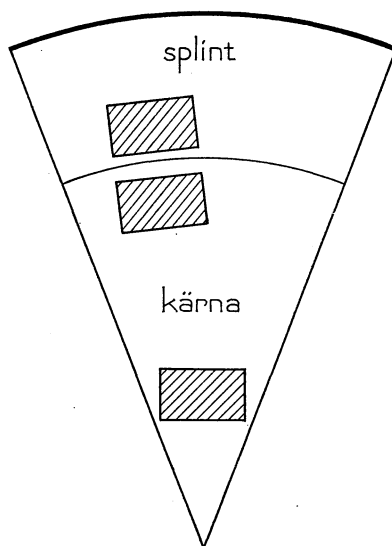


Fig. 3. Teckning visande provkropparnas läge i veden.
Drawing showing the position of the samples in the wood.

splintklots och en klots av ytter- resp. innerkärnved. Klotsarna utsågades enligt vidstående teckning (fig. 3). Klotsen av splintved och klotsen av perifer kärnved uttogos alltså så nära varandra som möjligt. Så vitt möjligt var storleken på klotsarna $50 \times 25 \times 15$ mm. I en del fall kunde emellertid icke klotsar av denna storlek erhållas, utan de måste göras mindre, beroende på t. ex. för smal zon av splint. I regel gjordes fyra parallellprov i ordning. Innan klotsarna lades in, torkades de vid 105°C under 3 timmar, vägdes på 0,1 g och steriliserades därpå genom upphettning till 100°C under en timme. Efter 4 månaders rötning uttogos klotsarna ur kolvarna, vägdes i vått tillstånd, torkades på samma sätt som före inläggningen och vägdes ånyo. Den erhållna vikt förlusten har tagits som ett mått på rötangreppets styrka.

I tab. 7—9 har resultatet av rötningen sammanställts. I fråga om proven från Vittangi ha värdena för de enskilda klotsarna återgivits, för de andra vedproven har endast medeltalet av de fyra parallellklotsarna medtagits i tabellerna.

Tabell 7. Viktförlusten hos ved från tall nr 1, Vittangi.

Loss in weight at the wood from pine No. 1, Vittangi.

Svamp Fungus	Viktförlust i % Per cent loss in weight		
	Splint Sapwood	Kärna Heartwood	
		Yttre Outer	Inre Inner
<i>Coniophora puteana</i> ...	38,9 } 32,8 } 35,5	0,6 } 2,7 } 0,1 } 5,6 } 2,3	35,8 } 42,1 } 40,5 } 39,3
<i>Lentinus lepideus</i>	36,5 } 44,1 } 40,0	27,6 } 23,0 } 20,2 } 26,7 } 24,0	35,7 } 32,6 } 38,8 } 35,4
<i>Merulius lacrymans</i> ...	30,6 } 41,8 } 42,6 } 39,5 } 38,5	0 } 0 } 0 } 0 } 0	31,3 } 27,6 } 28,2 } 29,1
<i>Poria vaporaria</i>	62,1 } 63,1 } 62,5	5,1 } 6,2 } 2,8 } 5,3 } 4,7	53,2 } 56,8 } 57,3 } 55,8

Tabell 8. Viktförlusten hos ved från tallarna nr 2, 3 och 4, Kulbäcksliden.

Loss in weight at the wood from pine No 2, 3 and 4, Kulbäcksliden.

Svamp Fungus	Viktförlust i % Per cent loss in weight								
	Tall nr 2 Pine No. 2			Tall nr 3 Pine No. 3			Tall nr 4 Pine No. 4		
	splint sap- wood	kärna heartwood		splint sap- wood	kärna heartwood		splint sap- wood	kärna heartwood	
		yttre outer	inre inner		yttre outer	inre inner		yttre outer	inre inner
<i>Coniophora puteana</i> .	39,3	23,9	32,8	38,7	16,1	39,5	32,2	4,3	21,6
<i>Lentinus lepideus</i> ..	45,4	36,8	41,7	44,0	38,3	43,3	35,8	25,0	32,7
<i>Lenzites sepiaria</i> ...	—	—	—	—	—	—	12,4	2,3	5,0
<i>Merulius lacrymans</i> .	55,8	1,1	1,7	42,8	0,7	35,6	43,8	0,8	20,0
<i>Polyporus annosus</i> ..	—	—	—	—	—	—	9,6	1,8	4,3
<i>Polyporus pinicola</i> ..	—	—	—	—	—	—	48,7	21,8	32,2
<i>Poria vaporaria</i>	56,8	22,5	21,6	42,8	25,6	37,8	39,8	7,7	25,9
<i>Trametes pini</i>	—	—	—	—	—	—	15,7	8,0	11,2
<i>Trametes serialis</i> ...	—	—	—	—	—	—	67,1	5,2	18,8
<i>Trametes trabea</i>	13,6	4,1	11,7	21,2	8,0	23,9	19,6	5,1	11,5

Tall 9. Viktförlusten hos ved från tall nr 5, Mörby, tall nr 6, Kalmar och tall nr 7, Tönnersjöheden.

Loss in weight at the wood from pine No. 5, Mörby, pine No. 6, Kalmar and pine No. 7, Tönnersjöheden.

Svamp Fungus	Viktförlust i % Per cent loss in weight								
	Tall nr 5 Pine No. 5			Tall nr 6 Pine No. 6			Tall nr 7 Pine No. 7		
	splint sap- wood	kärna heartwood		splint sap- wood	kärna heartwood		splint sap- wood	kärna heartwood	
		yttre outer	inre inner		yttre outer	inre inner		yttre outer	inre inner
<i>Coniophora puteana</i> .	29,4	19,3	31,8	30,5	10,5	9,4	35,9	19,2	32,5
<i>Lentinus lepideus</i> ..	33,5	20,6	28,2	—	—	—	50,7	46,0	45,0
<i>Lenzites sepiaria</i> ...	—	—	—	—	—	—	17,1	1,8	—
<i>Merulius lacrymans</i> .	33,5	1,2	—	—	—	—	42,7	16,3	17,6
<i>Polyporus annosus</i> ..	—	—	—	—	—	—	14,0	8,8	—
<i>Polyporus pinicola</i> ..	—	—	—	—	—	—	51,2	46,7	—
<i>Poria vaporaria</i>	48,7	11,2	36,7	55,7	17,0	14,0	49,0	32,3	26,0
<i>Trametes pini</i>	—	—	—	—	—	—	18,2	13,0	—
<i>Trametes serialis</i> ...	—	—	—	—	—	—	48,3	18,7	—
<i>Trametes trabea</i>	—	—	—	—	—	—	21,2	10,6	23,3

I. Rötningen av splintveden

Vad splintveden beträffar, har den genomgående angripits i stor omfattning. Särskilt de viktigaste av de svampar, som åstadkomma skador i byggnader, på stolpar och syllar m. m. (*Coniophora puteana*, *Lentinus lepideus*, *Merulius lacrymans* och *Poria vaporaria*) ha förorsakat en kraftig viktförlust (tab. 10).

Tabell 10. Genomsnittlig viktförlust på vedproven, förorsakad av de fyra viktigaste virkesförstörande svamparna.

Average loss in weight at the wood samples, caused by the four most important rotting fungi on timber.

Svamp Fungus	Viktförlust i % Per cent loss in weight		
	Splint Sapwood	Kärna Heartwood	
		Yttre Outer	Inre Inner
<i>Coniophora puteana</i> ...	34,6	13,7	29,6
<i>Lentinus lepideus</i>	41,6	31,8	37,8
<i>Merulius lacrymans</i> ...	42,7	5,0	20,8
<i>Poria vaporaria</i>	50,7	17,3	31,0

Av diagrammen på fig. 4 synes, att angreppet på splintveden oberoende av olikheter i volymvikt, höstvedsprocent m. m. i det övervägande antalet fall är av ungefär samma storleksordning. *Coniophora puteana* har hos samtliga vedprov förorsakat en viktförlust mellan 30 och 40 %. Ungefär likartade förhållanden påträffas i fråga om de övriga svamparna, även om skillnaderna i angrepp där äro något större. Hos *Poria vaporaria* varierar viktförlusten mellan 40 och 62 %, i regel ligger den vid ca 50 %. Denna svamp har sålunda åstadkommit en mycket kraftig förstörelse av veden. Syllsvampen har förorsakat en viktförlust, som varierar mellan 35 och 50 %, och av samma storleksordning är den förstörelse, som hussvampen åstadkommit.

Av de övriga, ej så fullständigt undersökta svamparna, ha de flesta (*Lenzites sepiaria*, *Polyporus annosus*, *Trametes pini* och *Trametes trabea*) i regel angripit splintveden i ganska ringa omfattning. De ha förorsakat en viktförlust, uppgående till ca 10 à 20 %. En kraftig röta ha däremot *Polyporus pinicola* och *Trametes serialis* åstadkommit.

Angreppet på frod- och senvuxen splint undersöktes i ett speciellt försök. Av den tämligen senvuxna tallen nr 2 från Kulbäcksliden och av den frodvuxna tallen nr 7 från Tönnersjöheden utsågades ungefär lika stora splintvedsklotsar. Höstvedsprocenten och volymvikten var något större hos den förstnämnda tallen (tab. 4 och 5). Den ursprungliga torrvikten hos klotsarna från tall nr 2 var alltså större än torrvikten hos klotsarna från tall nr 7. Klotsarna utsattes på vanligt sätt för rötning med *Coniophora puteana*, *Lentinus lepideus* och *Poria vaporaria*.

I tab. 11 har resultatet av rötningen (medeltal av 6 klotsar) sammanställts. Räknat i procent är viktförlusten störst hos den frodvuxna veden, men om den assimilerade vedsubstansen beräknas, finna vi, att svamparna faktiskt förbrukat något mer av veden med den högre volymvikten. I själva verket har alltså angreppsintensiteten varit något större beträffande den

Tabell 11. Viktförlust hos frod- och senvuxen tallsplint.

Loss in weight at pine sapwood with broad and narrow rings.

Svamp Fungus	Viktförlust Loss in weight			
	i procent per cent		i g in g	
	frodvuxen broad rings	senvuxen narrow rings	frodvuxen broad rings	senvuxen narrow rings
<i>Coniophora puteana</i>	36,2	30,7	2,63	2,74
<i>Lentinus lepideus</i>	38,9	37,8	2,96	3,40
<i>Poria vaporaria</i>	36,4	29,4	2,55	2,64

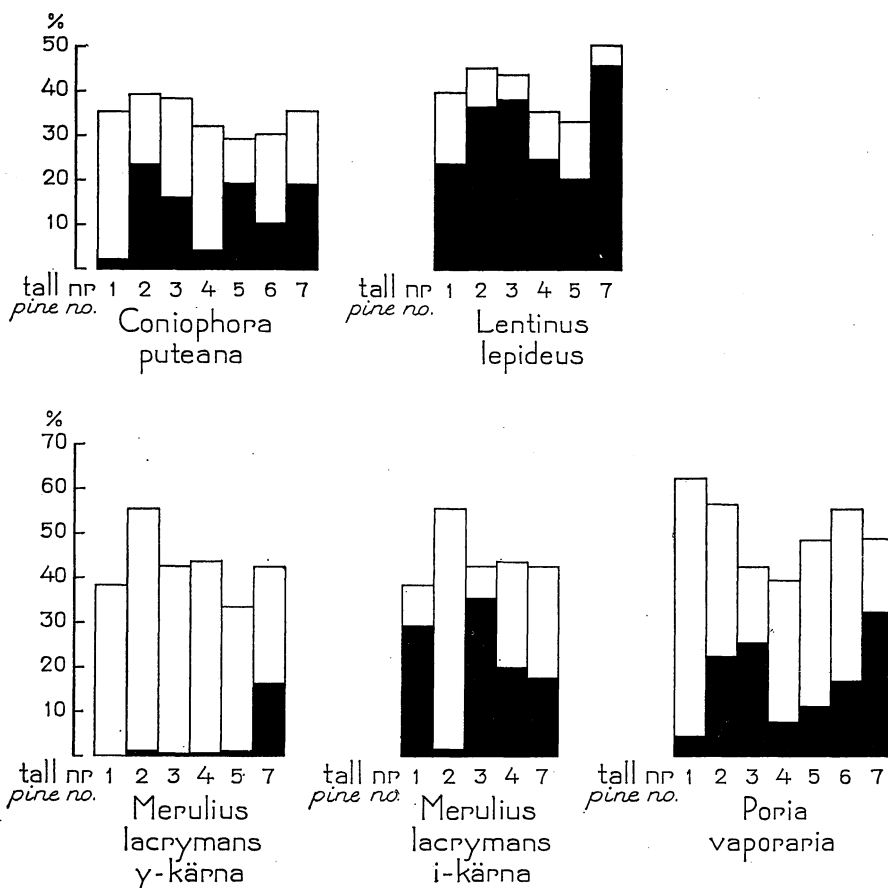


Fig. 4. Rötningens omfattning hos de olika vedproven. Hela stapeln betecknar viktförlusten hos splintveden, den svarta delen viktförlusten hos kärnveden.

The magnitude of the decay in the various pine samples. Loss in weight of the sapwood is represented by the whole column, loss in weight of the outer heartwood is represented by the black portion of the column. For *Merulius lacrymans*, diagrams are shown for both the outer heartwood (y-kärna) and for the inner heartwood (i-kärna).

mer tätvuxna veden, ehuru det där givetvis kommer att taga längre tid, innan nedbrytningsprocessen fullbordats.

Som tidigare nämnts, bestämdes fuktigheten i klotsarna omedelbart efter deras uttagande ur Kollekolvarna. Splintveden hade genomgående den högsta fuktigheten och den yttre kärnveden den lägsta (tab. 12). Under rådande försöksbetingelser torde fuktkvoten i träklotsarna, ca 50—90 %, ha varit optimal för de använda rötsvamparna (BJÖRKMAN 1946). Detta gäller för såväl splint- som kärnveden.

Tabell 12. Fuktigheten i proc. av torrvikten i veden efter rötning.

The water content in the wood after the rotting process.

Svamp Fungus	Vedslag Kind of wood	Fuktigheten i klotsar från tall nr The water content in blocks from pine No.							Fuktigheten i medeltal Average water content
		1	2	3	4	5	6	7	
<i>Coniophora puteana</i> .	splint ¹	50	80	61	52	56	57	62	60
	y. kärna ²	46	58	65	35	48	29	48	47
	i. » ³	57	67	57	49	62	31	48	53
<i>Lentinus lepideus</i> ...	splint	56	69	77	52	47	—	84	64
	y. kärna	45	71	69	52	41	—	80	60
	i. »	60	67	65	65	43	—	73	62
<i>Merulius lacrymans</i>	splint	92	88	71	74	99	—	102	87
	y. kärna	70	57	50	42	55	—	71	57
	i. »	62	53	70	54	—	—	56	59
<i>Poria vaporaria</i>	splint	87	100	122	81	111	81	105	98
	y. kärna	84	62	95	50	99	48	74	73
	i. »	73	105	97	99	102	72	122	96

¹ sapwood

² outer heartwood

³ inner heartwood

Av tab. 12 framgår ytterligare, att ett visst samband synes råda mellan rötvedens fuktighet och den svampart, som förorsakat rötan. Ved angripen av *Poria vaporaria* hade den högsta fuktkvoten, i medeltal nära 100 % i splintveden. Ved angripen av *Coniophora puteana*, *Lentinus lepideus* och *Merulius lacrymans* hade i regel en fuktkvot, som var 20—30 % lägre. Vattenhalten i den av hussvampen angripna splintveden var anmärkningsvärt hög, i genomsnitt 87 %. Denna svamp förekommer nämligen under naturliga förhållanden ofta i virke med en betydligt lägre fuktighet.

2. Rötningen av kärnveden

Betydligt mer komplicerade förhållanden påträffas i fråga om kärnveden. Mycket stora skillnader föreligga här, dels beträffande de olika svamparnas angreppsförmåga, dels beträffande de olika vedprovns motståndskraft.

a. De olika svamparnas angreppsförmåga

Den yttre kärnveden har genomgående angripits mindre än den inre (tab. 7—10).

Coniophora puteana har endast i mycket ringa omfattning kunnat angripa ytterkärnveden av tallarna från Vittangi, Kulbäcksliden nr 4 och från Kalmar (fig. 4). Övriga vedprov ha förlorat mellan 15 och 24 % i vikt, alltså betydligt mindre än motsvarande splintvedsprov. Den inre kärnveden har källarsvampen däremot i ett par fall t. o. m. angripit något mer än splinten.

Syllsvampen (fig. 4) har visserligen genomgående angripit splintveden kraftigare än kärnveden, men dess tidigare konstaterade stora förmåga att angripa kärnved (LIESE 1928 b, BJÖRKMAN 1944 m. fl.), har genom dessa försök ytterligare bekräftats. Det största motståndet ha vedproven från Vittangi, Kulbäcksliden nr 4 och Mörby erbjudit.

Hussvampen, *Merulius lacrymans*, uppvisar intressanta förhållanden. På Vittangi-tallens ytterkärnved kunde icke något angrepp iakttagas, medan den inre kärnveden angreps i rätt hög grad (fig. 4). På de tre tallarna från Kulbäcksliden liksom på Mörby-tallen var ytterkärnveden mycket resistent. Den inre kärnveden var endast hos tall nr 2 från Kulbäcksliden motståndskraftig mot hussvampen, de övriga vedproven förstördes kraftigt.

Hos *Poria vaporaria* till slut voro förhållandena mycket varierande (fig. 4). Mögeltickan har endast med svårighet angripit den yttre kärnveden hos Vittangi-tallen och hos tall nr 4 från Kulbäcksliden. Även Mörby- och Kalmar-tallarna ha erbjudit stort motstånd, hos den senare även den inre kärnveden. Den yttre kärnveden hos de övriga tallarna liksom den inre hos samtliga tallar (med nyss nämnda undantag) angreps i hög grad.

I tab. 10 har medeltalet av den viktförlust, som de fyra viktigaste träförstörande svamparna förorsakat på de olika tallvedsproven, sammanställts. Tabellen visar tydligt, att skillnaden i motståndskraft mellan splint och ytterkärnved är mycket betydande i fråga om *Coniophora puteana* och särskilt beträffande *Merulius lacrymans*. *Poria vaporaria* har även svårt att assimilera den yttre kärnveden. *Lentinus lepideus* däremot har kunnat angripa den yttre kärnveden i hög grad.

Den inre kärnveden ha samtliga fyra svampar angripit i stor omfattning, men dock icke lika svårt som splintveden.

Beträffande de övriga svamparna råda likartade förhållanden. *Lenzites sepiaria*, *Trametes serialis* och *Trametes trabea* ha endast i ringa omfattning angripit den perifera kärnveden, och samma sak gäller för de båda representanterna för rötsvampar på växande träd, *Polyporus annosus* och *Trametes pini*. *Polyporus pinicola* har i mindre omfattning angripit veden från tall nr 4, Kulbäcksliden, medan däremot Tönnersjöheds-tallens kärnved angripits i nästan lika hög grad som splinten.

b. Sambandet mellan halten av pinosylvinfenoler och röthärdighet

I fråga om splintveden kunde — som tidigare omtalats — icke något samband konstateras mellan röthärdighet och årsringsbredd, volymvikt eller höstvedsprocent. Ej heller beträffande kärnveden kan ett samband mellan dessa faktorer och röthärdigheten spåras. Kärnveden hos Vittangi-tallen t. ex. har den lägsta höstvedsprocenten av samtliga prov (tab. 4), men har likväl nästan genomgående blivit minst angripen av rötsvamparna. Vittangi-tallen hade även den lägsta torrvolymvikten av samtliga prov (tab. 5). Kalmar-tallen hade breda årsringar i kärnan, men var trots detta mer resistent än t. ex. den smalingade tall nr 3 från Kulbäcksliden.

ZELLER (1917) har gjort omfattande undersökningar över röthärdigheten hos några nordamerikanska tallar. Han kom till den slutsatsen, att kärnvedens röthärdighet ökade med stigande torrvolymvikt. BUCKMAN (1934) visade emellertid genom en statistisk analys av ZELLERS material, att denna slutsats knappast var riktig och att det snarare förhöll sig så, att kärnved med lägre torrvolymvikt hade större motståndskraft mot rötsvampar.

Även om ytterligare andra faktorer, såsom försvårad vattenupptagning och viss näringsbrist i vedcellerna, kunna bidra till kärnvedens motståndskraft, torde förekomsten av specifika substanser med fungicida egenskaper, hos tallen pinosylvinfenolerna, vara den viktigaste faktorn för kärnvedens röthärdighet.

Mängden av pinosylvinfenoler varierar hos de olika tallarna inom ganska vida gränser. Enligt tab. 6 är halten därav större i ytterkärnveden än i innerkärnveden. Den största mängden, 2,1 %, innehöll den yttre kärnveden hos Vittangi-tallen. Med undantag av syllsvampen hade svamparna knappast alls kunnat angripa denna ved. Av tallarna från Kulbäcksliden hade nr 4 mest, 1,2 % pinosylvinfenoler, i den perifera kärnveden. Denna ved har också varit svår för svamparna att angripa. Tall nr 2 från Kulbäcksliden hade ungefär lika mycket fenoler i den yttre och den inre kärnveden, och vedprov härifrån angreps i ungefär samma utsträckning av *Merulius lacrymans*, *Poria vaporaria* och *Trametes trabea*. Kärnveden från Tönnersjöhedenstallen, som endast innehöll 0,7—1,0 % pinosylvinfenoler, har angripits i hög grad av alla svampar.

Kap. IV. Försök med impregnerade klotsar

I stort sett synes sålunda överensstämmelsen mellan halten av pinosylvinfenoler och röthärdigheten vara god. Ett markant undantag finnes dock. Den centrala kärnveden hos Vittangi-tallen innehöll 1,1 % fenol, vilket är

mer än hos de flesta andra tallarnas yttre kärnved. Likväl angreps denna ved i stor omfattning av rötsvamparna.

Vid odling i näringslösning ha särskilt hussvampen och källarsvampen visat sig känsliga för pinosylvin och pinosylvinmonometyleter, märklit nog i högre grad för den senare substansen. Syllsvampen däremot tål avsevärt mera av dessa ämnen (RENNERFELT 1943, 1945 b). Även om andra faktorer kunna medverka till röthärdigheten, synes sålunda kärnvedens halt av fenoler vara mycket betydelsefull i detta avseende.

Tallen hänföres av CARTWRIGHT och FINDLAY (1938) till den grupp av träd, som har en måttligt resistent ved. I stort sett måste detta betecknas som rik-tigt, även om avsevärda olikheter kunna konstateras i fråga om olika individ och gentemot olika svampar.

För att få en experimentell bekräftelse på giftigheten hos dessa kärnfenoler i ved ha försök gjorts med impregnerade klotsar. För detta ändamål användes splintvedsklotsar, tillverkade av tallen från Mörby. Klotsarna impregnerades i vakuum med alkoholiska lösningar av pinosylvin och pinosylvinmonometyleter. Sedan klotsarna lufttorkat under 14 dagar, steriliserades de vid 100° C och lades in i Kollekolvar, ympade med *Coniophora puteana*, *Lentinus lepideus* och *Poria vaporaria*. Som kontroll på rötangreppets styrka användes splint- och kärnved av samma tall.

Halten pinosylvin i klotsarna, som voro 5 × 2,5 × 1 cm, uppgick till ca 0,7 resp. 1,2 % och av pinosylvinmonometyleter till ca 1,2 resp. 2,8 %. Sistnämnda kvantitet är mer än vad som påträffats i naturlig kärnved.

Tabell 13. Viktförlusten hos klotsar, impregnerade med pinosylvin.

Loss in weight at wooden blocks, impregnated with pinosylvin.

Svamp Fungus	% pinosyl- vin per klots per cent pinosylvin per block	viktförlust, % per cent loss in weight		
		impregnerade klotsar impregnated blocks	naturlig ved natural wood	
			splint sapwood	kärna heartwood
<i>Coniophora puteana</i>	0,76	16,8	43,5	25,8
	0,74	15,2	32,3	25,6
	0,66	18,1		
	1,14	14,2		
	1,17	13,8		
	1,24	12,7		
<i>Lentinus lepideus</i>	0,67	20,7	45,4	39,4
	0,67	17,4	45,0	41,7
	0,76	16,3		
	1,29	12,8		
	1,21	15,4		
	1,19	12,2		

Tabell 14. Viktförlusten hos klotsar, impregnerade med pinosylvinmonometyleter.
Loss in weight at wooden blocks, impregnated with pinosylvin monomethyl ether.

Svamp Fungus	% pinosylvinmono- metyleter per klots per block	viktförlust, % per cent loss in weight	
<i>Coniophora puteana</i>	1,05	19,8	18,4
	1,43	16,6	
	2,87	9,6	9,2
	2,95	10,6	
	2,65	7,0	
<i>Lentinus lepideus</i>	1,18	13,8	14,1
	1,14	13,7	
	1,22	14,3	
	2,75	7,0	6,8
	2,99	6,7	
	3,01	6,8	
<i>Poria vaporaria</i>	1,31	11,8	8,7
	1,27	6,3	
	1,31	8,4	

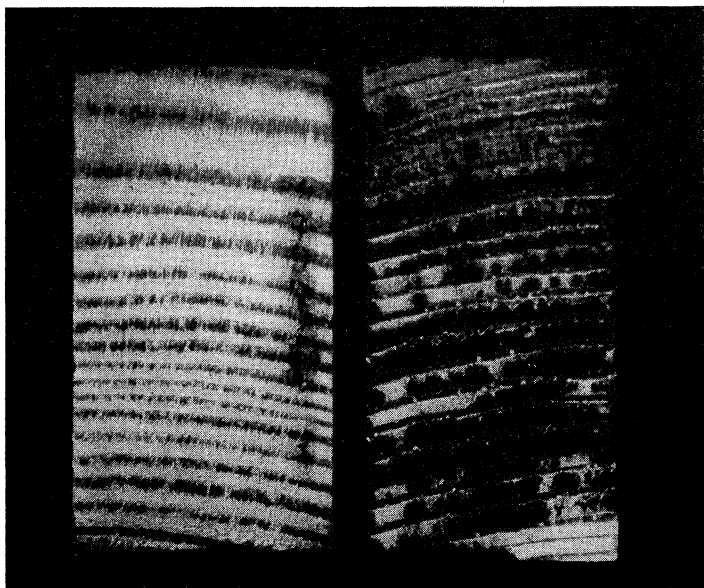


Fig. 5. Ved utsatt för angrepp av *Poria vaporaria*. Klotsen till vänster impregnerad med 1,3 % pinosylvinmonometyleter, klotsen till höger oimpregnerad splint. Förstoring omkring 3 ggr.

Blocks exposed to attack by *Poria vaporaria*. The block at the left impregnated with 1.3 per cent pinosylvinmonomethyl ether, the block at the right unimpregnated sapwood. Enlargement about 3 times.

I tab. 13 och 14 återfinnas resultaten av rötningen. Båda kärnfenolerna ha hämmat rötsvamparnas verksamhet. Svamparna ha angripit den naturliga kärnveden i större omfattning. Anmärkningsvärt är, att även syllsvampen haft svårt att växa i den impregnerade veden. Till en del torde detta bero på att svamphyferna i de impregnerade klotsarna komma i mera direkt beröring med dessa fenolsubstanser än i naturlig kärnved. I kärnveden äro fenolsubstanserna sannolikt inlagrade bakom tunna membraner av specifik karaktär, möjligen bestående av pinoresinol (ERDTMAN 1943).

I den impregnerade splintveden utfällas dessa ämnen på ett annat sätt. När lösningsmedlet (alkohol) avdunstar, faller pinosylvinet ut som kristaller, vilka till stor del komma att ligga i cellhåligheterna, i märkestrålar och hartsångar. En del av dessa kristaller går i lösning, då klotsen tar upp vatten, varvid de framträngande svamphyferna bli förgiftade.

Halten av kärnfenol har tydligen blivit högre i vårveden än i höstveden, som är svårare att impregnera. Detta belyses närmare av en jämförelse mellan angreppsbilden hos impregnerad och oimpregnerad splint. *Poria vaporaria* angriper av oimpregnerad splintved i första hand den porösa vårveden, medan höstveden blir kvar mer eller mindre intakt. I den impregnerade splintveden var angreppet av ringa omfattning, och det förekom företrädesvis i höstveden (fig. 5).

Beroende på svårigheten, kanske omöjligheten att experimentellt efterlikna den komplicerat uppbyggda kärnveden, ha dessa försök med impregnerad splint givit en angreppsbild, som ur anatomisk synpunkt ej överensstämmer med den på naturlig kärnved. Försöken visa emellertid, att dessa substanser även i veden utöva en starkt hämmande verkan på rötsvamparna.

Summary

Some investigations over the capacity of some decay fungi to attack sapwood and heartwood of Scots pine.

The resistance to fungal attack of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) from several districts of the country has been investigated by means of experiments in Kolle flasks. The Scots pine samples originated from five different localities between 56.7° and 67.6° northern latitude (table 3), their ages varying between 34 and 246 years. Both the width of the annual rings and the density exhibited a considerable variability (tables 4 and 5, fig. 2).

For the decay experiments samples were taken from the lower parts of the stems, partly from the sapwood, partly from the outer and inner heartwood (fig. 3). The blocks were exposed to the decay fungi for a period of 4 months and inoculated with the following fungi: *Coniophora puteana*, *Merulius lacrymans*, *Lentinus lepideus*, *Lenzites sepiaria*, *Polyporus annosus*, *Polyporus pinicola*, *Poria vaporaria*, *Trametes pini*, *Trametes serialis* and *Trametes trabea*.

The results of the investigations are summarized in the tables 7—9 and fig. 4. From these tables it appears that the sapwood generally to a great extent was destroyed. With regard to the heartwood, however, very variable results have been obtained. On the whole it appears that pine heartwood is moderately resistant to fungal attack, as was shown by Cartwright and Findlay (1938).

In the course of these experiments some of the pine samples have proved to be more resistant than others and certain fungi have been found to attack the heartwood more readily. The outer heartwood is generally more resistant than the inner (table 10). Only *Lentinus lepideus* has succeeded in causing serious attacks on the outer heartwood. To certain fungi, like *Coniophora puteana*, *Poria vaporaria* and particularly *Merulius lacrymans* the outer heartwood of Scots pine usually exhibits a noticeably high degree of resistance.

It has not been possible to show any relationship between the density or the width of the annual rings and resistance to decay. On the other hand resistance would seem to be related to the content of phenolic substances in the heartwood. In earlier investigations (RENNERFELT 1945 b) it has been shown that *Lentinus lepideus* is less attacked by the pinosylvic phenols than *Coniophora puteana* and *Merulius lacrymans*, which are very susceptible to these poisons. Analyses of these substances (table 6) have shown that in the majority of the pine samples examined their content is higher in the peripheral parts of the heartwood than in the central parts. Similar observations have been made on *Sequoia sempervirens* (SHERRARD and KURTH 1933) and on *Thuja plicata* and *Larix decidua* (CARTWRIGHT 1941, 1942).

Owing to its smaller supply of certain nutrient substances and to its lower water content the heartwood possibly offers to the decay fungi worse conditions of growth than the sapwood. The lack of water, however, seldom checks the growth of the mycelium. In particular investigations (tables 1 and 2) it has been demonstrated that the heartwood, which was dry at the start of the tests, after a few days had so high a water content that lack of water could no longer be the reason for the incapacity of the fungus to attack the heartwood.

The toxicity of the pinosylvic phenols has furthermore been proved experimentally by impregnating blocks of sapwood with pinosylvic and pinosylvic monomethyl ether. In the course of decay experiments these blocks were attacked to a lesser extent than the unimpregnated sapwood blocks (tables 13 and 14). In earlier investigations (RENNERFELT 1945 a) the same behaviour was found for the blueing fungi.

Anförd litteratur

- BAVENDAMM, W. och REICHELT, H., 1938. Die Abhängigkeit des Wachstums holzersetzender Pilze vom Wassergehalt des Nährsubstrates. — Archiv f. Mikrobiol., 9, 486.
- BJÖRKMAN, E., 1944. Om röthårdigheten hos lärkvirke. — Norrl. Skogsv.-förb. tidskr., s. 18.
- 1946. Om lagringsröta i massavedgårdar och dess förebyggande. — Medd. 35: 1.
- BUCKMAN, S. J., 1934. What is the relationship between durability and specific gravity of wood? — J. of Forestry, 32, 725.
- CARTWRIGHT, K. St. G., 1941. The variability in resistance to decay of the heartwood of homegrown Western Red Cedar (*Thuja plicata* D. Don.) and its relation to position in the log. — Forestry, 15.
- 1942. The variability in resistance to decay of the heartwood of homegrown European larch, *Larix decidua* Mill. (*L. europea*) and its relation to position in the log. — Forestry, 16.
- och Findlay, W. P. K., 1938. Principal decays of softwoods used in Great Britain. — London.
- ERDTMAN, H., 1939. Die phenolischen Inhaltsstoffe des Kiefernkerneholzes, ihre physiologische Bedeutung und hemmende Einwirkung auf die normale Aufschliessbarkeit des Kiefernkerneholzes nach dem Sulfitverfahren. — Liebigs Ann. der Chemie, 539, 116.
- 1943. Die phenolischen Inhaltsstoffe des Kiefernkerneholzes IV. Membranbildende Substanzen im Kiefernkerneholz. — Svensk Papperstidn., 46.
- och RENNERFELT, E., 1944. Der Gehalt des Kiefernkerneholzes an Pinosylvin-Phenolen. Ihre quantitative Bestimmung und ihre hemmende Wirkung gegen Angriff verschiedener Fäulepilze. — Svensk Papperstidn., 47.
- FINDLAY, W. P. K., 1938. The natural resistance to decay of some empire timbers. — The Empire Forestry Journal, 17, 249.
- JOHNSTON, H. W. och MAASS, O., 1930. Penetration studies. The path of liquid penetration in Jack Pine. — Can. J. of Research, 3, 140.
- KLEM, G., LÖSCHBRANDT, F., BADE, O., 1945. Undersøkelser av granvirke i forbindelse med slipe og sulfitkokeforsøk. — Medd. f. d. Norske Skogforsøksv., 31.
- LIESE, J., 1928 a. Über die mechanischen Eigenschaften des Archangelsk-Holzes. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 58, 129.
- 1928 b. Verhalten holzzerstörender Pilze gegenüber verschiedenen Holzarten und Giftstoffen. — Angew. Bot., 10, 156.
- MAYR, H., 1894. Das Harz der Nadelhölzer, seine Entstehung, Verteilung, Bedeutung und Gewinnung. — Berlin.
- MORK, E., 1928. Om tennar.
- RENNERFELT, E., 1943 a. Die Toxizität der phenolischen Inhaltsstoffe des Kiefernkerneholzes gegenüber einigen Fäulnispilzen. — Sv. Bot. Tidskr., 37, 83.
- 1943 b. Undersökningar över toxiciteten emot rötsvampar hos tallkärnvedens fenoliska beståndsdelar. — Medd., 33, 331.
- 1945 a. Inverkan av tallkärnvedens fenolsubstanter på några blåytesvampars tillväxt jämte ett försök till kvantitativ mätning av blånadens intensitet. — Medd. 34, 391.
- 1945 b. The influence of the phenolic compounds in the heartwood of Scots Pine (*Pinus Silvestris* L.) on the growth of some decay fungi. — Sv. Bot. Tidskr., 39, 311.

- SHERRARD, E. C. och KURTH, E. F., 1933. Distribution of extractive in Redwood. — Ind. and Engin. Chem., 25. Easton, Pa.
- TRENDELENBURG, R., 1939. Das Holz als Rohstoff. — Berlin.
- WAHLBERG, H. E., 1921. Kemiska undersökningar å svensk tall och gran. — Medd. från Pappersmassekontoret nr 36.
- WALTER, H., 1931. Die Hydratur der Pflanze. — Jena.
- WIKSTEN, Å., 1945. Metodik vid mätning av årsringens vårved och höstved. — Medd., 34, 451.
- ZELLER, S. M., 1917. Studies in the physiology of the fungi. III. Physical properties of wood in relation to decay induced by *Lenzites sepiaria* Fries. — Ann. Miss. Bot. Gard., 4, 93.